

## ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu sumber karbohidrat yang penting sebagai bahan pangan utama di Indonesia, selain itu jagung juga diproduksi sebagai tepung, pakan ternak dan berbagai bahan baku industri. Penyakit pada tanaman menjadi salah satu masalah rendahnya produksi terutama penyakit pada bagian daun. *Deep learning* dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) digunakan untuk mengklasifikasikan berdasarkan citra daun tanaman jagung untuk mengidentifikasi penyakit. Arsitektur yang digunakan *Residual Network-50* (*ResNet-50*). Data yang digunakan merupakan dataset primer yang terdiri 310 citra yang terdiri dari 101 citra sehat, 102 citra karat daun, dan 107 citra hawar daun. Untuk keberhasilan model pada penelitian ini dilakukan segmentasi citra menggunakan *GrabCut* untuk objek citra yang baik dengan penyesuaian *brightness* dan *contrast*. Augmentasi citra juga diterapkan menggunakan teknik *skew*, *brightness*, *rotate*, *zoom*, dan *flip* untuk meningkatkan keragaman data. Citra *input* yang digunakan 224x224 piksel. *Split data* terdiri dari 80% data *training* dan 20% data *testing*. Proses *training* dilakukan menggunakan nilai parameter *epoch* = 75, *batch size* = 16 dengan *optimizer* Adam (*learning rate* = 0.0001). Skenario pengujian terdapat 2 uji skenario dengan pengujian berdasarkan jenis data (citra asli dan citra segmentasi) dan berdasarkan rasio data *training* dengan *validation* menggunakan *K-Fold Cross Validation* dengan *K*=10. *Confusion matrix* digunakan untuk evaluasi model dengan nilai *f1-score*, *precision*, *recall*, dan *accuracy*. Kurva ROC-AUC juga digunakan untuk evaluasi dalam pengujian. Dari hasil uji coba, model terbaik didapat dari skenario 2 dengan model *ResNet-50* menggunakan penerapan segmentasi citra *GrabCut* dengan penyesuaian *brightness* dan *contrast*. Masing-masing dari *accuracy*, *precision*, *recall*, *f1-score* dan AUC-score dari pengujian menggunakan model terbaik tersebut adalah 85.9%, 88.1%, 85.9%, 86.5%, 0.94.

**Kata kunci:** *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Penyakit Daun Jagung*, *Klasifikasi Citra*, *Deep Learning*, *ResNet-50*, *Segmentasi GrabCut*.

## **ABSTRACT**

*Maize is one of the crucial carbohydrate sources in Indonesia, serving as a primary food ingredient. Additionally, maize is utilized in various forms such as flour, animal feed, and diverse raw materials for industries. Plant diseases pose a significant challenge, particularly those affecting the leaves, impacting production. Deep learning, employing Convolutional Neural Network (CNN) methods, is applied for leaf disease classification in maize plants, using Residual Network-50 (ResNet-50) architecture. The primary dataset consists of 310 images, comprising 101 healthy images, 102 images of rust-infected leaves, and 107 images of leaf blight. To enhance model success, image segmentation is conducted using GrabCut for well-defined image objects, adjusting brightness and contrast. Image augmentation, involving skew, brightness adjustment, rotation, zoom, and flip techniques, is implemented to increase data diversity. Input images are resized to 224x224 pixels. Data is split into 80% training and 20% testing. The training process employs parameters with epoch=75, batch size=16, and the Adam optimizer (learning rate=0.0001). Two testing scenarios involve evaluating original images and segmented images, with training-validation data ratios examined using K-Fold Cross Validation (K=10). Model evaluation employs a Confusion Matrix, measuring f1-score, precision, recall, and accuracy, along with ROC-AUC curves. The results indicate the superior performance of the model in scenario 2, utilizing ResNet-50 and implementing GrabCut image segmentation with brightness and contrast adjustments. The best model achieves an accuracy, precision, recall, f1-score, and AUC-score of 85.9%, 88.1%, 85.9%, 86.5%, and 0.94, respectively.*

**Keywords:** *Convolutional Neural Network (CNN), Maize Leaf Diseases, Image Classification, Deep Learning, ResNet-50, GrabCut Segmentation.*

## DAFTAR ISI

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                   | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....              | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii  |
| ABSTRAK .....                        | iv   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                | v    |
| KATA PENGANTAR .....                 | vi   |
| DAFTAR ISI.....                      | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                  | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                   | xiii |
| KODE PROGRAM.....                    | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....              | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....            | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....           | 3    |
| 1.2.1. Permasalahan.....             | 3    |
| 1.2.2. Metode Usulan .....           | 4    |
| 1.2.3. Pertanyaan Penelitian .....   | 4    |
| 1.3. Tujuan dan Manfaat.....         | 4    |
| 1.3.1. Tujuan .....                  | 4    |
| 2.1.1. Manfaat .....                 | 4    |
| 1.4. Batasan Masalah.....            | 5    |
| 1.5. Sistematika Penulisan.....      | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....         | 7    |
| 2.1. Landasan Teori .....            | 7    |
| 2.1.1. Tanaman Jagung.....           | 7    |

|                                    |                                                         |    |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| 2.1.2.                             | Penyakit Daun Pada Tanaman Jagung .....                 | 7  |
| 2.1.3.                             | <i>Convolutional Neural Network</i> .....               | 8  |
| 2.1.4.                             | Arsitektur <i>ResNet-50</i> .....                       | 15 |
| 2.1.5.                             | <i>Transfer Learning</i> .....                          | 17 |
| 2.1.6.                             | Segmentasi Citra dengan <i>GrabCut</i> .....            | 17 |
| 2.1.7.                             | Penyesuaian <i>Brightness</i> dan <i>Contrast</i> ..... | 18 |
| 2.1.8.                             | Augmentasi Data .....                                   | 19 |
| 2.1.9.                             | <i>K-Fold Cross Validation</i> .....                    | 20 |
| 2.1.10.                            | Evaluasi Model .....                                    | 21 |
| 2.2.                               | Penelitian Terdahulu .....                              | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... |                                                         | 31 |
| 3.1.                               | <i>Business Understanding</i> .....                     | 31 |
| 3.2.                               | <i>Data Understanding</i> .....                         | 34 |
| 3.3.                               | <i>Data Preparation</i> .....                           | 35 |
| 3.3.1.                             | <i>Preprocessing</i> .....                              | 35 |
| 3.3.2.                             | <i>Split Data</i> .....                                 | 37 |
| 3.3.3.                             | Augmentasi Data .....                                   | 38 |
| 3.4.                               | <i>Modelling</i> .....                                  | 38 |
| 3.4.1.                             | Arsitektur CNN <i>ResNet-50</i> .....                   | 38 |
| 3.4.2.                             | <i>Model Fit</i> .....                                  | 39 |
| 3.5.                               | Evaluation .....                                        | 40 |
| 3.6.                               | <i>Deployment</i> .....                                 | 40 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....  |                                                         | 41 |
| 4.1.                               | Spesifikasi Perangkat .....                             | 41 |
| 4.2.                               | <i>Business Understanding</i> .....                     | 41 |
| 4.3.                               | <i>Data Understanding</i> .....                         | 42 |

|                           |                                                                              |    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.                      | <i>Data Preparation</i> .....                                                | 42 |
| 4.4.1.                    | Preprocessing Data.....                                                      | 43 |
| 4.4.2.                    | <i>Split</i> Data.....                                                       | 47 |
| 4.4.3.                    | Augmentasi Data.....                                                         | 48 |
| 4.4.4.                    | Pembuatan <i>Dataframe</i> pada Data <i>Train</i> dan Data <i>Test</i> ..... | 49 |
| 4.5.                      | <i>Modelling</i> .....                                                       | 51 |
| 4.5.1.                    | Pembuatan Arsitektur <i>ResNet-50 Transfer Learning</i> .....                | 51 |
| 4.5.2.                    | Model <i>Fit</i> .....                                                       | 52 |
| 4.6.                      | <i>Evaluation</i> .....                                                      | 55 |
| 4.6.1.                    | Evaluasi Model Klasifikasi .....                                             | 55 |
| 4.6.2.                    | Prediksi Data Test .....                                                     | 59 |
| 4.6.3.                    | Hasil Uji Coba Skenario.....                                                 | 61 |
| 4.6.4.                    | Analisis Hasil Uji Skenario.....                                             | 75 |
| 4.7.                      | <i>Deployment</i> .....                                                      | 80 |
| 4.6.5.                    | Perancangan Sistem Antar Muka .....                                          | 80 |
| 4.6.6.                    | Tampilan Sistem Antar Muka .....                                             | 83 |
| BAB V PENUTUP.....        |                                                                              | 86 |
| 5.1.                      | Kesimpulan.....                                                              | 86 |
| 5.2.                      | Saran.....                                                                   | 86 |
| DAFTAR PUSTAKA .....      |                                                                              | 88 |
| LAMPIRAN.....             |                                                                              | 92 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... |                                                                              | 94 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Daun Sehat .....                                                    | 7  |
| Gambar 2. 2 Daun Hawar.....                                                     | 7  |
| Gambar 2. 3 Daun Karat .....                                                    | 8  |
| Gambar 2. 4 Jaringan CNN klasifikasi penyakit daun jagung .....                 | 8  |
| Gambar 2. 5 Proses konvolusi matriks citra dan filter baris 1 kolom 1 .....     | 9  |
| Gambar 2. 6 Proses konvolusi matriks citra dan filter baris 1 kolom 2 .....     | 10 |
| Gambar 2. 7 Proses konvolusi matriks citra dan filter baris 2 kolom 1 .....     | 10 |
| Gambar 2. 8 Proses konvolusi matriks citra dan filter baris 4 kolom 4 .....     | 10 |
| Gambar 2. 9 Matriks input citra dengan zero padding.....                        | 11 |
| Gambar 2. 10 <i>Pooling Layer</i> .....                                         | 12 |
| Gambar 2. 11 <i>Flatten</i> .....                                               | 12 |
| Gambar 2. 12 <i>Rectified Linear Unit</i> .....                                 | 13 |
| Gambar 2. 13 <i>Fully Connected Layer</i> .....                                 | 14 |
| Gambar 2. 14 Aktivasi <i>Softmax</i> .....                                      | 14 |
| Gambar 2. 15 Asitektur CNN <i>ResNet-50</i> .....                               | 15 |
| Gambar 2. 16 Ilustrasi <i>GrabCut</i> .....                                     | 18 |
| Gambar 2. 17 <i>10-Fold Cross Validation</i> .....                              | 20 |
| Gambar 2. 18 <i>Confusion Matrix</i> .....                                      | 21 |
| Gambar 2. 19 Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 3 Kelas .....                  | 22 |
| Gambar 2. 20 Kurva ROC-AUC .....                                                | 24 |
| Gambar 3. 1 CRISP-DM .....                                                      | 31 |
| Gambar 3. 2 Alur Sistem Klasifikasi .....                                       | 32 |
| Gambar 3. 3 Citra Daun Jagung .....                                             | 35 |
| Gambar 3. 4 Alur Segmentasi <i>GrabCut</i> .....                                | 36 |
| Gambar 3. 5 Citra Penyesuaian <i>Brightness</i> dan <i>Contrast</i> .....       | 37 |
| Gambar 3. 6 Diagram Pembagian Data.....                                         | 37 |
| Gambar 4. 1 Direktori Dataset .....                                             | 42 |
| Gambar 4. 2 Mengunggah Dataset Kaggle .....                                     | 43 |
| Gambar 4. 3 Citra Hasil Segmentasi <i>GrabCut</i> .....                         | 46 |
| Gambar 4. 4 Citra Hasil Penyesuaian <i>Brightness</i> dan <i>Contrast</i> ..... | 47 |
| Gambar 4. 5 Citra Uji Coba Skenario 1 .....                                     | 62 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 6 Hasil Proses <i>Training</i> Uji Coba Skenario 1 .....          | 65 |
| Gambar 4. 7 Kurva ROC Uji Coba Skenario 1 .....                             | 68 |
| Gambar 4. 8 Citra Uji Coba Skenario 2 .....                                 | 69 |
| Gambar 4. 9 Hasil Proses <i>Training</i> Uji Coba Skenario 2 .....          | 72 |
| Gambar 4. 10 Kurva ROC Uji Coba Skenario 2 .....                            | 75 |
| Gambar 4. 11 Perbandingan Durasi <i>Training</i> .....                      | 76 |
| Gambar 4. 12 Perbandingan Nilai Tiap Metrik Skenario 1 dan Skenario 2 ..... | 79 |
| Gambar 4. 13 Tampilan Pertama Sistem Antarmuka.....                         | 84 |
| Gambar 4. 14 Proses Unggah File Citra <i>Input</i> .....                    | 84 |
| Gambar 4. 15 Halaman Prediksi Citra .....                                   | 85 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Jumlah Parameter .....                                    | 15 |
| Tabel 3. 1 Data Citra Daun Jagung .....                              | 34 |
| Tabel 3. 2 Teknik Augmentasi Data <i>Training</i> .....              | 38 |
| Tabel 3. 3 <i>Parameter</i> .....                                    | 39 |
| Tabel 3. 4 Skenario Pengujian .....                                  | 40 |
| Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....      | 41 |
| Tabel 4. 2 Fold Training Uji Coba Skenario 1 .....                   | 66 |
| Tabel 4. 3 Performa Testing Uji Coba Skenario 1 .....                | 66 |
| Tabel 4. 4 <i>Confusion Matrix Fold 10 Test Set</i> Skenario 1 ..... | 67 |
| Tabel 4. 5 <i>Fold Training</i> Uji Coba Skenario 2 .....            | 73 |
| Tabel 4. 6 Performa <i>Testing</i> Uji Coba Skenario 2 .....         | 73 |
| Tabel 4. 7 <i>Confusion Matrix Fold 10 Test Set</i> Skenario 2 ..... | 74 |
| Tabel 4. 8 Tabel Prediksi Data <i>Test</i> Skenario 2 .....          | 77 |
| Tabel 4. 9 Perbandingan Analisis Kedua Skenario .....                | 80 |

## KODE PROGRAM

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Kode Program 4. 1 Fungsi <i>Preprocessing</i> Citra .....                 | 43 |
| Kode Program 4. 2 <i>Resize</i> Citra .....                               | 44 |
| Kode Program 4. 3 Segmentasi Citra <i>GrabCut</i> .....                   | 45 |
| Kode Program 4. 4 Penyesuaian <i>Brightness</i> dan <i>Contrast</i> ..... | 46 |
| Kode Program 4. 5 <i>Split</i> Data .....                                 | 47 |
| Kode Program 4. 6 Augmentasi Data .....                                   | 49 |
| Kode Program 4. 7 Dataframe <i>Training</i> .....                         | 50 |
| Kode Program 4. 8 Dataframe <i>Testing</i> .....                          | 50 |
| Kode Program 4. 9 Arsitektur <i>ResNet-50 Transfer Learning</i> .....     | 51 |
| Kode Program 4. 10 <i>Compile Model</i> .....                             | 52 |
| Kode Program 4. 11 <i>Model Fit</i> .....                                 | 54 |
| Kode Program 4. 12 Pemanggilan Fungsi <i>Training Model</i> .....         | 55 |
| Kode Program 4. 13 <i>History Plot</i> .....                              | 56 |
| Kode Program 4. 14 Plot Kurva ROC-AUC .....                               | 59 |
| Kode Program 4. 15 Prediksi Data <i>Test</i> .....                        | 60 |
| Kode Program 4. 16 Perancangan Sistem Antarmuka Streamlit .....           | 82 |